

## 調査名

「中国・アモイ市廃棄物処分場ガス及び下水汚泥処理ガスの発電利用 CDM 実現可能性調査」

## 団体名

株式会社 E J ビジネス・パートナーズ

### 1. 調査実施体制

上海為泰環保科技事務所	PDD 作成支援
廈門丸日新源有限公司	中国側パートナー
廈門市政經濟發展公司	データ収集支援
廈門汚水処理有限公司	下水処理場管理者
東部最終処分場	最終処分場管理者

### 2. プロジェクトの概要

#### 2.1. プロジェクトについて

本プロジェクトは、中国廈門市（以下、アモイ市）において排出され、これまで資源化・有効利用されていなかった下水汚泥の嫌気性発酵及び東部都市ごみ埋立処分場からのガス回収により得られたメタンで、発電及び廃熱による汚泥乾燥を行うプロジェクトである。自家消費分以外の余剰電力はグリッドへの売電を行う。発電容量は 6MW、事業費 16.5 億円を想定する。

プロジェクトの実施に際しては、既にアモイ市ドンフ処分場におけるガス回収・発電 CDM 事業実施のために合弁会社として設立済みの廈門丸日新能源有限公司で実施する。

ベースラインシナリオは、①グリッド電力消費、②処分場に埋め立てられる都市ごみからのメタン発生、③処分場に埋め立てられる下水汚泥からのメタン発生である。プロジェクトシナリオでは、下水汚泥の嫌気性発酵（嫌気性消化）と、処分場からのガス回収により、得られたメタンを燃料とした発電電力をグリッドに給電することで化石燃料使用を削減する。また、下水汚泥の埋め立て回避によるメタン発生回避も行う。

本プロジェクトの実施により、2013 年～2022 年の 10 年間で年平均 298,610t-CO<sub>2</sub>/年の温室効果ガス(GHG)排出削減効果が得られる。

#### 2.2. 適用方法論について

- [ACM0001] : 埋立処分場ガスプロジェクト活動のための統合方法論
- [AMS-I.D] : グリッド接続の再生可能発電
- [AMS-III.H] : 排水処理でのメタン回収

### 3.調査の内容

#### 3.1.調査課題

- ①ホスト国承認に関する状況
  - ・ 承認状況（承認件数、類似プロジェクト等）
  - ・ 中国政府における承認体制
  
- ②廃棄物埋立処分場及び下水処理施設の現状
  
- ③ベースライン方法論の適用
  - ・ 方法論の選択
  - ・ プロジェクトバウンダリーの定義
  - ・ ベースラインシナリオの特定
  - ・ 温室効果ガス(GHG)排出削減量の計算
  - ・ モニタリング手法・計画の立案
  
- ④発電システムの検討
  - ・ 汚泥性状調査
  - ・ 発電システムの概念設計
  - ・ 発電システムの選択
  
- ⑤事業性検討
  - ・ プラント建設費の積算
  - ・ プラント維持管理費の積算
  - ・ プロジェクトの収入
  - ・ 事業性評価のためのベンチマークの設定
  - ・ 追加性の証明
  - ・ 資金計画
  
- ⑥事業化協議
  - ・ プロジェクト実施体制
  - ・ プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間
  - ・ プロジェクト実施スケジュール
  
- ⑦環境影響評価
  - ・ ホスト国等における環境影響評価に関する制度等の調査
  - ・ プロジェクト実施に係る環境影響の検討
  - ・ その他の間接影響の検討
  
- ⑧温暖化対策と公害対策のコベネフィット実現方法及び指標化

### 3.2.調査内容

#### 3.2.1.CDM ホスト国承認に関する状況

中国におけるCDM体制準備は以下の通りである。

- 1998年5月 京都議定書署名
- 2002年8月 京都議定書批准
- 2004年6月 CDMプロジェクト運行管理暫定弁法成立
- 2005年10月 CDMプロジェクト運行管理弁法成立

上記の通り体制の準備がなされ、2004年11月に中国初となるCDM政府承認（Anding ランドフィルガス回収利用プロジェクト）された。

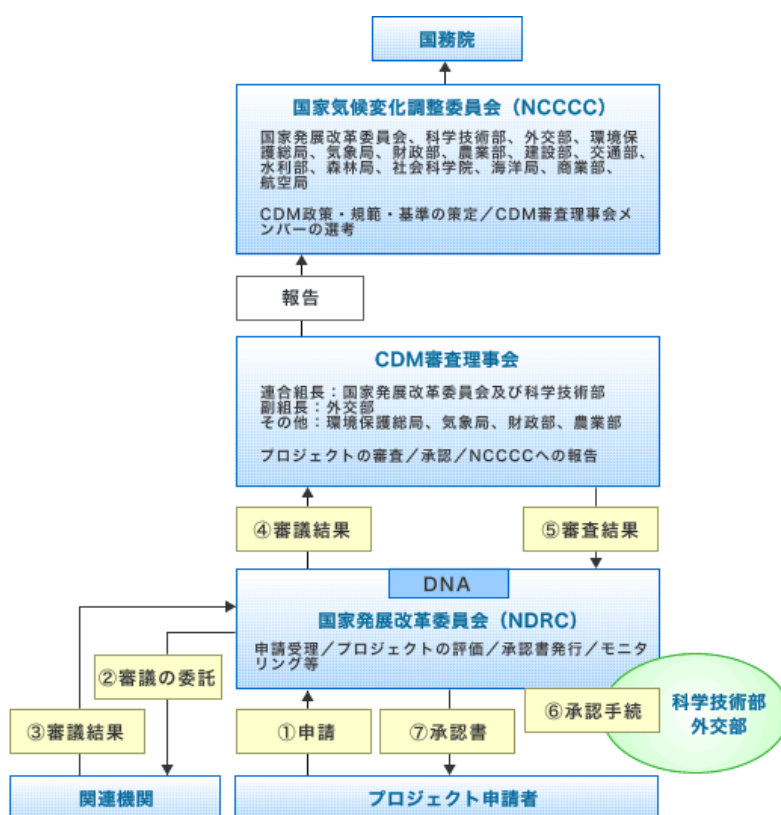


図 3-2-1 中国におけるCDM承認体制

出典：京都メカニズム情報プラットフォームHP (<http://www.kyomecha.org/pf/china.html>)

2010年11月4日現在、国連理事会登録済みのプロジェクト件数は2,472件であり、その中で中国プロジェクトは1,010件である。さらに、方法論[ACM0001:埋立処分場ガスプロジェクト活動のための統合方法論]に関する登録件数は23件となっている。この中で、[AMS-I.D]:グリッド接続の再生可能発電]を併用したものは6件であり、[AMS-III.H:排水処理でのメタン回収]を利用したものは0件である。

### 3.3. 廃棄物処理及び下水処理の現状

#### 3.3.1. 廃棄物処理の現状

##### (1) 生活ごみ発生量

廈門市における 2005～2008 年の生活ごみ発生量実績を表 3-3-1 に示す。

表 3-3-1 生活ごみ発生量実績

(単位:t/年、t/日)

区名	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
思明区	231,882.97	242,708.87	244,018.10	258,978.76
湖里区	214,278.21	251,332.70	307,094.21	310,948.39
集美区	78,209.46	76,838.61	94,790.12	104,442.59
海沧区	38,322.33	62,102.69	96,384.55	81,604.51
同安区	39,666.37	44,526.93	61,360.03	88,017.26
翔安区	—	21,900.00	28,182.00	26,563.80
鼓波嶼	6,095.42	6,417.68	—	—
合計	608,454.76	705,827.49	831,829.01	870,555.31
日平均発生量	1,667.00	1,933.77	2,278.98	2,385.08

資料:廈門市

##### (2) 生活ごみ量発生予測

廈門市政府の推計による 2010 年、2015 年、2020 年における生活ごみ発生量予測を表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 生活ごみ発生量予測

(単位:t/日、万t/年)

区名	2010 年		2015 年		2020 年	
	日発生量	年発生量	日発生量	年発生量	日発生量	年発生量
思明区	868.4	31.7	929.1	33.9	945.8	34.6
湖里区	563.3	20.5	602.5	21.9	614.7	22.5
集美区	219.3	8.0	235.4	8.6	239.4	8.8
海沧区	405.2	14.8	432.5	15.9	441.7	16.0
同安区	470.7	17.1	503.1	18.4	512.3	18.6
翔安区	375.1	13.8	401.4	14.6	409.1	14.9
合計	2,902.0	105.9	3,104.0	113.3	3,163.0	115.4

資料:廈門市

**(3) 最終処分場の概要**

廈門市東部ごみ総合処理基地における最終処分場の概要を表 3-3-3 に示す。

表 3-3-3 東部最終処分場の概要

施設名称	廈門市東部ごみ総合処理基地 廃棄物埋立処分場
所在地	廈門市翔安区白雲飛地内
敷地面積	207ha
埋立容量	2,006 万m <sup>3</sup> (第1期 663 万m <sup>3</sup> 、第2期 1343 万m <sup>3</sup> )
埋立廃棄物量	2,300～2,400t/日(近年)
供用開始	2008 年 12 月～(2009 年 4 月より本格稼働)
埋立対象物	家庭ごみ、汚泥、焼却灰(汚泥、焼却灰は僅か)

**3.3.2.下水処理の現状****(1) 下水終末処理施設の概要**

廈門市における下水終末処理施設の概要を表 3-3-4 に示す。

廈門市内には、7 箇所の下水終末処理施設があり、設計処理水量合計は 83 万m<sup>3</sup>/日であるが、現状では約 50 万m<sup>3</sup>/日の下水が処理されている。また、管渠延長は 680 kmであり、ポンプ 80 台が稼働している。

表 3-3-4 下水終末処理施設の概要

施設名	供用開始	処理面積	処理人口	処理方式	処理水量(設計)	処理水量(現況)
筓筓污水处理場	2006 年	70 km <sup>2</sup>	90 万人	生物濾過法	30 万m <sup>3</sup> /日	23.0 万m <sup>3</sup> /日
石渭头污水处理場	2001 年	72 km <sup>2</sup>	48 万人	AO法	20 万m <sup>3</sup> /日	9.6 万m <sup>3</sup> /日
海沧污水处理場	2000 年	170 km <sup>2</sup>	70 万人	標準活性汚泥法	10 万m <sup>3</sup> /日	4.6 万m <sup>3</sup> /日
同安污水处理場	2005 年	14.7 km <sup>2</sup>	14 万人	OD法	10 万m <sup>3</sup> /日	4.6 万m <sup>3</sup> /日
翔安污水处理場	2006 年	40 km <sup>2</sup>	15 万人	OD法	2.5 万m <sup>3</sup> /日	0.4 万m <sup>3</sup> /日
杏林污水处理場	2007 年	45 km <sup>2</sup>	20 万人	A2O法	6 万m <sup>3</sup> /日	4.6 万m <sup>3</sup> /日
集美污水处理場	2000 年	26 km <sup>2</sup>	20 万人	OD法	4.5 万m <sup>3</sup> /日	3.4 万m <sup>3</sup> /日
合計	—	437.7 km <sup>2</sup>	277 万人	—	83 万m <sup>3</sup> /日	約 50.2 万m <sup>3</sup> /日

注)AO法:嫌気-好気法、A2O法:嫌気-無酸素-好気法、OD法:オキシデーションディッチ法

資料:廈門水務集团有限公司

**(2) 下水処理量の計画**

下水終末処理施設における処理水量の計画値を表 3-3-5 に示す。

表 3-3-5 下水処理水量の計画

(単位: 万t/年)

施設名	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
筲筴污水处理場	8,979	8,395	8,567	8,760	9,125
石渭頭污水处理場	3,654	5,110	6,570	7,300	7,300
海沧污水处理場	1,894	2,008	2,190	2,373	2,446
同安污水处理場	2,026	2,190	2,482	2,738	2,920
翔安污水处理場	234	347	529	657	730
杏林污水处理場	1,734	1,825	1,898	2,008	2,190
集美污水处理場	1,402	1,643	1,643	1,643	1,643
合計	19,922	21,517	23,878	25,477	26,353

資料: 廈門水務集团有限公司

**(3) 汚泥処理の現状**

下水終末処理施設から発生する汚泥処理の現状 (2009 年実績) を表 3-3-6 に示す。

表 3-3-6 汚泥処理の現状(2009 年実績)

施設名	脱水方式	汚泥発生量		処理方法
		年間量(t/年)	日量(t/日)	
筲筴污水处理場	深度脱水、遠心脱水	49,897	136.7	堆肥化、焼却、埋立、建築材料
石渭頭污水处理場	深度脱水、遠心脱水	31,786	87.1	埋立、建築材料
海沧污水处理場	ベルトプレス脱水	19,170	52.5	焼却、埋立
同安污水处理場	遠心脱水	12,041	33.0	焼却、埋立、建築材料
翔安污水处理場	遠心脱水	342	0.9	埋立
杏林污水处理場	深度脱水	11,640	31.9	焼却、埋立
集美污水处理場	深度脱水	9,384	25.7	埋立
合計	—	134,260	367.8	—

資料: 廈門水務集团有限公司

#### (4) 汚泥発生量の予測

下水処理量の増加に伴い、汚泥発生量の増加を予測した結果を表 3-3-7 に示す。

表 3-3-7 汚泥発生量の予測

(単位:t/日)

施設名	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
筓筓污水处理場	145.9	136.4	139.2	142.4	148.3
石渭头污水处理場	91.0	127.3	163.7	181.9	181.9
海沧污水处理場	59.4	62.9	68.7	74.4	76.7
同安污水处理場	40.1	43.4	49.2	54.2	57.9
翔安污水处理場	1.5	2.2	3.4	4.2	4.7
杏林污水处理場	33.1	34.9	36.3	38.4	41.9
集美污水处理場	29.0	34.0	34.0	34.0	34.0
合計	400.0	441.1	494.5	529.5	545.4

#### (5) 汚泥処理費用

下水終末処理施設から発生する汚泥の処理費用（2009 年実績）を表 3-3-8 に示す。

表 3-3-8 汚泥処理費用

処理方法	処理費用
堆肥化	筓筓污水处理場内で、緑化用堆肥（含水率 40%以下）、農業用堆肥（含水率 30%以下）を製造し、1 t 当り 450 円で販売している。
建築材料	下水汚泥（含水率 80%）1 t 当り 80 円で、レンガ工場に引き取ってもらっている。
焼却	下水汚泥（含水率 80%）1 t 当り 320 円で、民間焼却施設に引き取ってもらっている。但し、内 140 元は市政府が負担し、残りの 180 元を廈門水務集団が負担している。
埋立	下水汚泥の東部埋立処分場への埋立に係る処理費用は払われていない。一方で、東部埋立処分場からの排水は、廈門水務集団の下水終末処理施設で処理されているが、処理費用は払われていない。

資料:廈門水務集団有限公司

また、下水終末処理施設から発生する汚泥の運搬費（2009 年実績）を表 3-3-9 に示す。

表 3-3-9 運搬費

含水率	10 km以内	10 km以上 1 km当り
60% (DRY)	7 元/ t	1.28 元/ t
80% (WET)	10 元/ t	1.80 元/ t

資料:廈門水務集団有限公司

## (6) 汚泥性状調査

第一回現地調査時に 4 箇所の下水終末処理場の脱水汚泥各 1 検体をサンプリングし、分析を行った。脱水汚泥の分析結果を表 3-3-10 に示す。

表 3-3-10 汚泥分析結果

項 目	単 位	石涓頭 (深度脱水)	箕笥 (脱水汚泥)	海  沧 (脱水汚泥)	翔  安 (脱水汚泥)	分析 方法	
三 成 分	水分	%	60.0	78.1	79.8	67.9	昭和 52 年環整第 95 号別紙 2
	灰分	%	21.8	8.8	11.2	19.0	昭和 52 年環整第 95 号別紙 2
	可燃分	%	18.2	13.1	9.0	13.1	昭和 52 年環整第 95 号別紙 2
高位発熱量	J/g	8,410	15,300	8,660	8,130	JIS M 8814	
低位発熱量	J/g	1,530	1,140	740	648	JIS M 8814	
単位容積重量	g/L	940	1,000	1,000	1,000	昭和 52 年環整第 95 号別紙 2	
蒸発残留物	%	39	21	21	32	下水試験方法 第 2 編第 2 章	
強熱減量	%	43	58	43	38	昭和 63 年環水管第 127 号	
窒素含有量	%	3.4	4.1	3.5	2.8	C.H.N レコーダーによる方法	
燐含有量	%	1.9	1.7	1.6	2.0	昭和 63 年環水管第 127 号	
BOD	g/kg	160	430	110	39	JIS K 0102 21.及び 32.3	
COD <sub>Cr</sub>	g/kg	510	920	580	460	JIS K 0102 20.	



### 3.4.発電システムの検討

#### 3.4.1.対象バイオマスの発生量調査

本プロジェクトで収集可能な下水汚泥は「3.3.2 下水処理の現状」に示した下水終末処理施設から発生する 250t/日とする。また、最終処分場に埋め立てられる廃棄物量は 1,663t/日（プロジェクト期間の 10 年平均）とする。

#### 3.4.2.採用する発電システム

性状分析の結果、下水汚泥は水分が多く、発熱量が少ないことから、直接燃焼型には不向きであり、発電システムとしてメタン発酵によるガスエンジン発電を採用することとした。メタン発酵は、有機物を種々の嫌気性微生物の働きによって分解し、メタンガスや二酸化炭素を生成するものである。また、具体的な発電システムは、以下のとおりとした。

- ・下水終末処理施設から発生する下水汚泥は、受入供給設備で受入・混合し、汚泥消化槽へ投入する。
- ・投入した下水汚泥は、汚泥消化槽でメタン発酵を行う。
- ・最終処分場から発生する LFG は、LFG 回収設備で回収する。
- ・汚泥消化槽から得られたバイオガス及び最終処分場から得られた LFG は、除湿・脱硫等の前処理を経て、ガスホルダーで一時貯留したのち、発電・熱利用設備で電力と熱として回収する。
- ・発電した電力は、所内電力として使用するほか、公共グリッドへの売電を行う。また、発生した熱は汚泥消化槽の加温等に利用する。
- ・メタン発酵槽から発生する残渣は深度脱水し、最終処分場へ埋立処分する。
- ・深度脱水で発生する脱離液は、排水処理設備で処理後、下水道へ放流する。
- ・下水汚泥のメタン発酵から得られるバイオガス量及び最終処分場から得られる LFG 量より、発電規模は 6 MW とした。

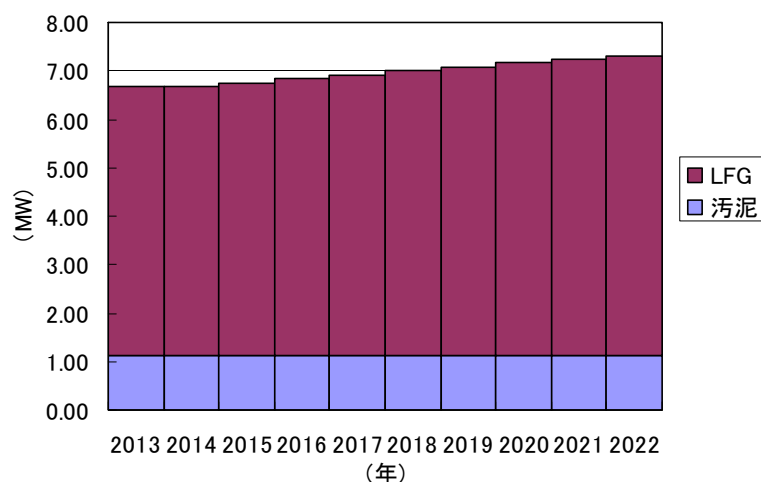


図 3-4-1 発電可能容量

本プロジェクトで採用する発電システムを図 3-4-2 に示す。

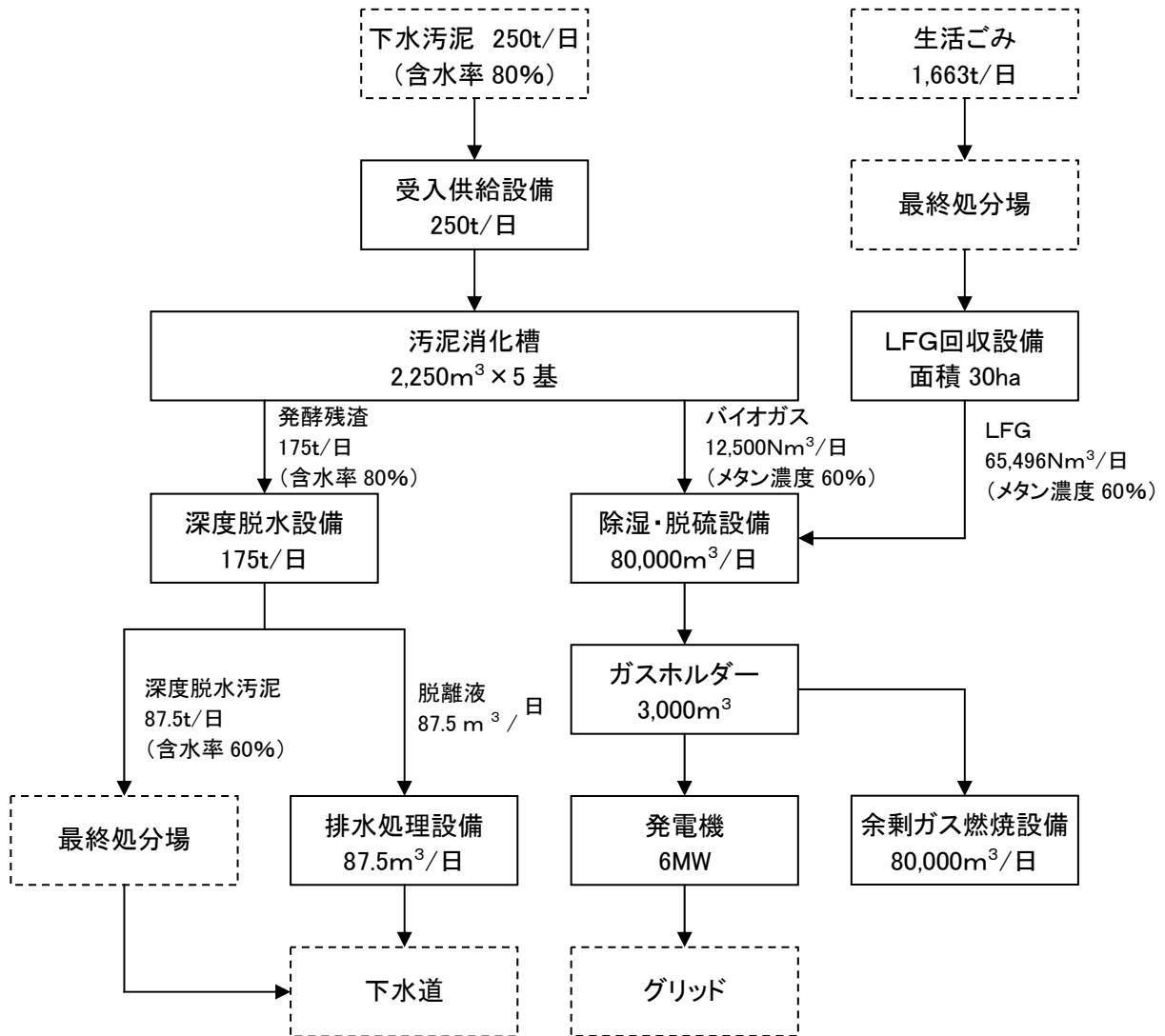


図 3-4-2 バイオマス発電システム

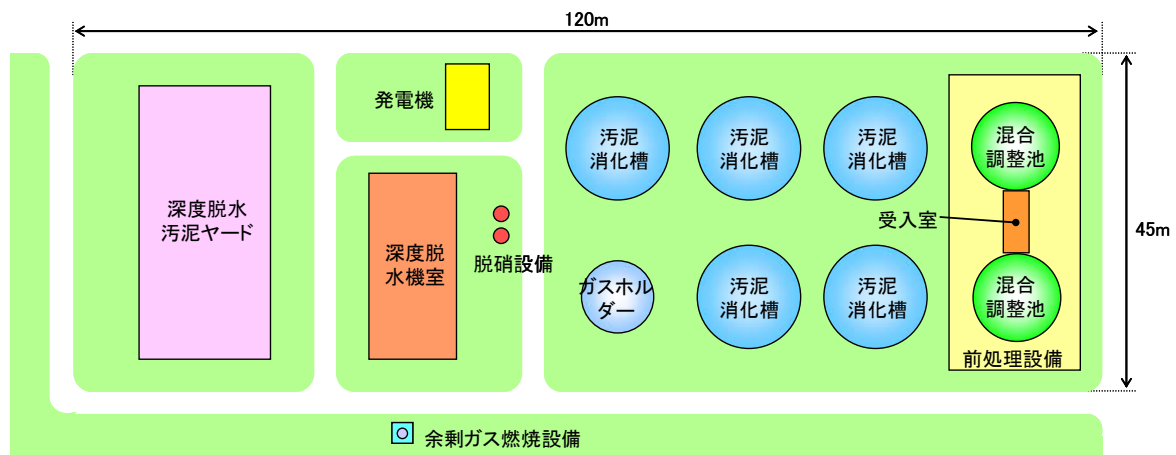


図 3-4-3 配置計画(案)

表 3-4-1 概算事業費

設備名	詳細	仕様	単価 (万円)	数量 (基)	金額 (万円)
LFG 回収設備	LFG 回収設備	埋立面積:30ha	550	1	550
汚泥消化設備	受入供給設備	受入能力:250t/日 (w80%)	160	1	160
	嫌気消化槽	処理能力:250t/日 (w80%)	400	5	2,000
ガス調整設備	除湿設備	処理能力:80,000m <sup>3</sup> /日 (CH <sub>4</sub> :60%)	200	1	200
	脱硫設備	処理能力:80,000m <sup>3</sup> /日 (CH <sub>4</sub> :60%)	400	1	400
	ガスホルダー	貯留容量:3,000m <sup>3</sup> (CH <sub>4</sub> :60%)	380	1	380
脱水設備	脱水機	フィルタープレス(w80%→w60%) 処理能力:250t/日 (w80%)	300	2	600
余剰ガス燃焼設備	フレア設備	処理能力:80,000m <sup>3</sup> /日 (CH <sub>4</sub> :60%)	120	1	120
電気設備	発電設備	ガスエンジン、発電容量:6MW	1,100	3	3,300
	変圧設備	0.4kV→13.2kV	500	1	500
	送電設備	送電距離:2 km	200	1	200
土木建築設備	管理棟	延床面積:300 m <sup>2</sup>	300	1	300
水処理設備		処理水量:125m <sup>3</sup> /日 処理能力:BOD(2,000 mg/L→300 mg/L)	1,800	1	1,800
その他経費		輸送費・人件費・クレーン・工具・保険等			2,200
合計	—	—	—	—	12,710

## 4. CDM プロジェクト実施に向けた調査結果

### 4.1. ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定:

本プロジェクトは、アモイ市において排出され、これまで資源化・有効利用されていなかった下水汚泥の嫌気性発酵及び最終処分場からのガス回収により得られたメタンで、ガスエンジンによる発電及びガスエンジン廃熱利用による汚泥消化槽の加温等を行うプロジェクトである。

ベースライン方法論としては既存の承認方法論である

[ACM0001] : 埋立処分場ガスプロジェクト活動のための統合方法論

[AMS- I . D] : グリッド接続の再生可能発電

[AMS-III. H] : 排水処理でのメタン回収

を適用する。

### 4.2. プロジェクト排出量

#### (1) 最終処分場でのメタン回収・発電に係るプロジェクト排出

$$PE_{MSW,y} = PE_{EC,y} = EC_{PJ,y} * CEF_{elec,BL,y} * (1+TDL_y)$$

$PE_{EC,y}$	プロジェクト活動による電力消費からのプロジェクト排出量 (tCO <sub>2</sub> e/yr)
$EC_{PJ,y}$	プロジェクト活動による電力消費量(MWh)
$TDL_y$	グリッドの平均送電及び配電ロス

#### (2) 消化後の脱水汚泥の埋立によるメタン発生及びシステムからのメタン漏出(AMS-III.H.)

$$PE_{sludge,y} = PE_{power,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{s,final,y} + PE_{fugitive,y}$$

$PE_{power,y}$	電力あるいは燃料消費からの排出量 (tCO <sub>2</sub> e);
$PE_{s,treatment,y}$	プロジェクト活動により影響される汚泥処理システムからのメタン排出量 (tCO <sub>2</sub> e);
$PE_{s,final,y}$	最終汚泥の嫌氣的腐敗からのメタン発生量 (tCO <sub>2</sub> e);
$PE_{fugitive,y}$	ガス回収システムからのガス漏洩からのメタン排出量(tCO <sub>2</sub> e).

本プロジェクトでは、汚泥の嫌気性消化槽及びバイオガス回収設備を導入し、残渣汚泥は東部処分場に埋立処分される。プロジェクト活動により影響される汚泥処理システムはなく、プロジェクトからの残渣汚泥がバイオガス回収施設のある処分場に処分される場合、汚泥の嫌氣的腐敗からの排出量はないものとされる。

したがって、 $PE_{s,treatment,y}$ 及び $PE_{s,final,y}$ は0となる。

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,sl,y}$$

$$PE_{fugitive,sl,y} = (1 - CBF_2) * MBP_{s,treatment,y} * GWP_{CH_4}$$

$$MEP_{s,treatment,y} = \sum_i (S_{i,PJ,y} * MCF_{s,treatment,PJ,i}) * DOC_s * UF_{PJ} * DOC_F * DOC_F * F * \frac{16}{12}$$

$PE_{fugitive,wwwy}$  嫌氣的排水処理システムのガス回収の非効率性による漏洩からの排出量 (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{fugitive,wy}$  嫌氣的汚泥処理システムのガス回収の非効率性による漏洩からの排出量 (tCO<sub>2</sub>e)

$CEF_s$  汚泥処理システムにおけるバイオガス回収設備の回収効率  
(デフォルト値 0.9)

$MEP_{s,treatment,y}$  バイオガス回収システムを有する汚泥処理システムのメタン排出ポテンシャル

$S_{i,PJ,y}$  バイオガス回収システムを有する、プロジェクトの汚泥処理システムで処理される汚泥量 (t);

$MCF_{s,treatment,PJ,i}$  バイオガス回収システムを有する汚泥処理システムのメタン補正係

$UF_{PJ}$  モデルの不確実性補正係数 (1.12).

### 4.3.モニタリング計画

#### 4.3.1.モニタリング方法

本プロジェクトでは、ACM0001、AMS-I.D.及びAMS-III.H.に従って、排出削減量の検証に必要なパラメータをモニタリングする。モニタリングは、発電プラントの各箇所及び発電機等でのガス消費量や発電量を直接測定することを基礎とし、それらの値を計装機器により測定する。

#### 4.3.2.モニタリング項目

本プロジェクトでモニターすべき項目は、以下の通りである。

表 4-3-1 モニタリング計画

No.	項目	頻度
1	回収される LFG 総量(LFG-total)	毎日
2	LFG のメタン濃度(LFG-WCH <sub>4</sub> .y)	毎日
3	LFG の温度(LFG-T)	毎日
4	LFG の圧力(LFG-P)	毎日
5	回収されるバイオガス総量(BG-total)	毎日
6	バイオガスのメタン濃度	毎日
7	バイオガスの温度(BG-T)	毎日
8	バイオガスの圧力(BG-P)	毎日
9	発電に使用されるガス総量(Gas-electeicity.y)	毎日
10	発電に使用されるガスのメタン濃度(Gas-WCH <sub>4</sub> .y)	毎日
11	発電に使用されるガスの温度(Gas-T)	毎日
12	発電に使用されるガスの圧力(Gas-P)	毎日
13	発電量(EG)	毎日
14	稼働時間(H)	毎日
15	消費電力量(ECy)	毎月
16	化石燃料消費量(Q <sub>fuel</sub> .y)	毎月
17	グリッドの排出係数(CEFelecteicity)	年一回
18	埋立廃棄物量(Q <sub>waste_prod</sub> .y)	毎日
19	汚泥処理量(Q <sub>sludge_prod</sub> .y)	毎日

その他、プロジェクト活動に関連する法規制の調査や、設備仕様と実態の比較を適宜行う必要がある。

#### 4.4. 温室効果ガス削減量(又は吸収量)

本プロジェクトで期待される温室効果ガス(GHG)排出削減量は、表 4-4-1 のとおり見積もられる。

表 4-4-1 温室効果ガス削減量

(単位:t-CO<sub>2</sub>)

稼働年									温室効果 ガス排出 削減量
	下水汚泥 のメタン発 生回避に よる排出 削減量	最終処分 場からのメ タン回収 量	グリッド電 力代替に よる排出 削減量	ベースライ ン排出量	発電所内 消費電力 量	汚泥消化 設備消費 電力量	消化後の 脱水汚泥 の埋立に よるメタン 発生量	プロジェク ト 排出量	
2013	56,849	205,259	33,808	295,916	1,690	563	5,723	7,977	287,939
2014	56,849	205,558	33,808	296,215	1,690	563	5,723	7,977	288,238
2015	56,849	208,207	33,808	298,864	1,690	563	5,723	7,977	290,887
2016	56,849	211,053	33,808	301,710	1,690	563	5,723	7,977	293,733
2017	56,849	214,024	33,808	304,681	1,690	563	5,723	7,977	296,704
2018	56,849	217,045	33,808	307,702	1,690	563	5,723	7,977	299,725
2019	56,849	220,073	33,808	310,730	1,690	563	5,723	7,977	302,753
2020	56,849	223,071	33,808	313,728	1,690	563	5,723	7,977	305,751
2021	56,849	226,038	33,808	316,695	1,690	563	5,723	7,977	308,718
2022	56,849	228,968	33,808	319,625	1,690	563	5,723	7,977	311,648
合計	568,488	2,159,296	338,083	3,065,866	16,904	5,635	57,232	79,771	2,986,095

#### 4.5. プロジェクト期間・クレジット獲得期間:

プロジェクトは、2011 年に開始し、Validation に 4 ヶ月、両国政府含め国連承認に 8 ヶ月、工事に 12 ヶ月程度を想定し、2013 年 1 月に発電開始を目指す。クレジット獲得期間は 2013 年 1 月から 2022 年 12 月の 10 年間を計画している。

#### 4.6. 環境影響・その他の間接影響

プロジェクト実施による環境影響は、ガスエンジン稼働時の微量物質による大気汚染、プラント騒音、建設時の粉じんなどが考えられるが、環境影響評価を行い、高水準の排気管理、モニタリング及び維持管理を行って対応する。

##### ① 建設期間

騒音：「GB12523-90：建設敷地境界における騒音制限」に基づき、低騒音の建設機械や時間制限等で対応

##### ② 運転期間

大気汚染：「DB35/323-1999：アモイ大気汚染排気管理基準」、「GB16297-1996：大気汚染の排気基準」に基づき、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等はガスエンジン及びフレアで管理燃焼される。

排水：「DB35/322-1999：アモイ水質汚染排水管理基準」、「GB8978-1996：排水基準」に基づき、東部最終処分場の浸出水処理施設にて基準値以下となるよう処理を行う。

#### 4.7.利害関係者のコメント

本プロジェクトで想定される利害関係者に面談し、コメントを得た。

##### (1) 廈門污水处理有限公司

日時：2010年9月13日(月)、2010年12月8日(水)

場所：石渭頭污水处理場 会議室

対応者：謝総経理

方法：対面インタビュー

具体的なコメント：現在の汚泥処理は肥料、焼却、埋立などという処分方法を実施／検討しているが、明確な処理方法は決まっていない。アモイ市の人口増加とともに汚泥量も増え続けるので、今回の調査結果を非常に楽しみにしている。

汚泥からの発電+乾燥は中国政府における模範プロジェクトでもあることから、是非実現に向けて進めて欲しい。

下水汚泥は今後、なるべく焼却せず「土に返す」という方向で有効利用していきたいと思っている。中国国内においても地球温暖化ガス削減は重要な課題である。

##### (2) 東部最終処分場

日時：2010年9月16日(木)

場所：東部最終処分場 所長室

対応者：楊所長

方法：対面インタビュー

具体的なコメント：ごみから発生するメタンガスからの利用については発電も含めて検討しなければいけない。汚泥の有効利用については非常に興味があるので、良い案があれば教えて欲しい。

#### 4.8.プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの実施体制は以下の通りである。

本 CDM プロジェクトは、既にアモイ市ドンフ処分場におけるガス回収・発電 CDM 事業実施のために合弁会社として設立済みの『廈門丸日新能源有限公司』への増資によって実施することを想定する。

出資会社である「廈門市聯誼興源環保科技有限公司(廈門聯誼)」、「丸紅株式会社(丸紅)」及び「株式会社E J ビジネス・パートナーズ(E J B P)」は、『廈門丸日新能源有限公司』の株主である。

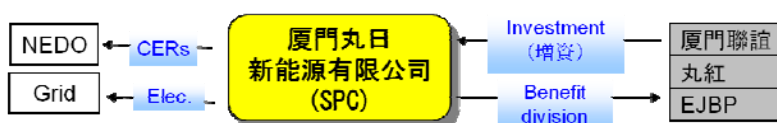


図 4-8-1 プロジェクト実施体制

## 4.9.資金計画

### 4.9.1 初期事業費

初期投資額は、1,652 百万円（1 人民元＝13 円換算）程度と見積もられる。

(1) 回収・消化・前処理設備：558 百万円

LFG 回収設備・汚泥消化設備・ガス調整設備・脱水設備等

(2) ガス発電・熱利用設備：536 百万円

フレア設備・発電設備・変圧設備・送電設備等

(3) 土木建設設備：39 百万円

管理棟等

(4) 水処理設備：234 百万円

(5) その他経費：286 百万円

輸送費・人件費・工具・クレーン・保険等

### 4.9.2 資金計画(借入金及び金利)

プロジェクト初期投資額(1,652 百万円)の約 30%(500 百万円)を資本金とし、残りの 70% (1,152 百万円)は銀行等からの借入を行う。

融資元との具体的協議は借入実績のある融資先、地場銀行、あるいは出資会社のメインバンク等からのプロジェクトファイナンスやコーポレートファイナンス等による資金調達を検討する予定である。



## 4.10.経済性分析

### 4.10.1 事業収支

本プロジェクトの事業収支を表 4-10-1 に示す。

クレジットの価格を 10USD/t-CO<sub>2</sub> と仮定した場合、クレジット獲得期間 10 年間のプロジェクト内部収益率(IRR)は 19.5%となる。

表 4-10-1 事業収支表(単位:百万円)

項目	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合計
売上	606	606	609	611	614	616	619	622	624	627	6,155
売電	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	3,521
CERs 売却 (\$10/t-CO <sub>2</sub> )	254	254	257	259	262	264	267	270	272	275	2,634
コスト(維持費、人件費等)	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	1900
減価償却(残存 10%)	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	1230
営業利益	293	293	296	298	301	304	306	309	311	314	3,026
支払利息	92	92	74	55	37	18	-	-	-	-	369
税引前利益	201	201	222	243	264	285	306	309	311	314	2,657
法人税等	50	50	56	61	66	71	77	77	78	79	664
税引後利益	151	151	167	182	198	214	230	232	234	236	1,993

### 4.10.2 クレジットの感度分析

本プロジェクトの経済性をクレジット(CER<sub>s</sub>)価格が無い場合から 10USD/t-CO<sub>2</sub> の範囲にて感度分析を行った(表 4-10-2)。

この結果、CER<sub>s</sub> 価格が 4 USD/t 以上の場合に、プロジェクト IRR は後述するベンチマーク(6.14%)を上回ることが判明した。

表 4-10-2 クレジットの感度分析

CER 価格(USD/tCO <sub>2</sub> )	0	1	2	3	4	5	8	10
プロジェクト IRR (%)	-0.9%	1.8%	4.0%	6.1%	8.1%	10.1%	15.8%	19.5%

### 4.11.追加性の証明

本プロジェクトは大規模 CDM に分類されるため、追加性証明は、投資バリア、技術バリア、一般的慣行バリア、その他バリア等のバリア(障壁)が存在するためにそのままではプロジェクトが実施されないことが証明できればよい。以下のストーリーで追加性の証明が可能と考える。

現在、下水処理施設で下水汚泥消化によるエネルギー回収は行われておらず、本プロジェクトが最初のケースとなるため、技術的バリアが存在する。

投資バリアについても以下の投資分析を行う。

本プロジェクトの経済性について、CER<sub>s</sub> の売却益がない場合と、10 米ドル/CO<sub>2</sub>t の CER<sub>s</sub> 売却益がある場合を比較すると、IRR に大幅な改善がみられ、本プロジェクトの CDM プロジェクトとしてのポテンシャルは高い。

CER<sub>s</sub> クレジットなし IRR = -0.9% (回収不可能)

CER<sub>s</sub> クレジットあり IRR = 19.5% (6 年で回収)

本プロジェクトへの投資のベンチマークは、中国人民銀行の長期金利 6.0%とした。CER<sub>s</sub> の売却

益がない場合は投資資金回収そのものが不可能であるため、本事業は CDM 無しでは行えないと判断される。

以上より、技術バリア、投資バリアが存在することが証明されるため、本プロジェクトの追加性は証明されると考える。

## 4.12.事業化の見込み

### 4.12.1.技術面

本プロジェクトで採用する汚泥消化技術、メタンガス発電技術については、海外（特に欧州）で多くの実績がある技術を導入するため、技術的な実現性は高い。また、弊社グループは、本プロジェクト対象地である中国・アモイ市において既にランドフィルガス回収・発電事業の操業実績があるため、技術・運用面での課題はほぼ解消されているといえる。

### 4.12.2 経済面

本プロジェクトの経済性は CER 収入がある場合に限り、ベンチマークを上回る。そのため、ポスト京都の日本・中国間での国際交渉動向をにらみ、本事業の排出削減効果をクレジット等の経済価値とすることが最優先される。今後は、コストの削減を進め、売電事業としての経済性を上げる必要がある。

### 4.12.3.制度面

京都議定書第 2 約束期間でのクレジット価格や中国政府の再生可能エネルギー施策による feed-in tariff（固定価格買取制度）等によりプロジェクトの事業性が大きく変動する可能性がある。再生可能エネルギーに対するインセンティブ付与は中国のみならず世界的な趨勢であるため、当面の制度維持、改善が見込まれるものの、これらのリスクを注視する必要がある。

### 4.12.4.期間

CDM 理事会の審査手続きは簡素化される傾向にあるものの、依然登録に至るまでの長期化が懸念される。Validator の実績等を見ながら CDM 登録に係る諸手続き等を円滑に行う必要がある。

上述したいくつかの懸念事項はあるものの、事業性はあるものと判断され、可能な限り早期の事業実施に取り組む予定である。

## 5. 有効化審査

### 5.1.有効化審査の概要

本調査において作成した PDD について、指定運営組織 (DOE) によるプレバリデーションを実施した (実施期間: 2011 年 1 月 14 日~1 月 27 日)。プレバリデーションは PDD のデスクレビューのみで実施され、主な審査項目は以下のとおり。

- ・プロジェクト活動の全般的な記載事項
- ・ベースライン方法論の適用性
- ・追加性

- ・モニタリング方法論の適用性
- ・ステークホルダーコメント

## 5.2.DOEとのやりとりの経緯

DOE からの主な指摘事項は以下のとおり。

### ◆結論

本 PDD の初期レビューの結果、本プロジェクトは CDM 事業としての適用性及び解釈において明らかに致命的な事項は見当たらない。

### ◆プロジェクト活動の全般的な記載事項

7カ所の排水処理施設に関する詳細情報、及び、プロジェクト活動で新たに導入される設備と、既存の設備の明記は改善点に挙げられる。

また、LFG 及び汚泥消化ガス各々のガス組成と、その2種類のガス混合前に必要となる前処理方法についての言及が改善点として挙げられる。

### ◆ベースライン方法論の適用性

ACM0001 及び AMS I. D の適用性は問題ない。AMS III. H については、プロジェクト施設が既存の処理施設に与える影響について記載するとよい。また、複数の方法論を使用しているため、本プロジェクトの主体となる方法論を明示するとよい。

### ◆追加性

ベンチマークとして、発電事業に関するベンチマークを参照して用いているが、廃棄物発電の事業への適用性については、最新版の適用を含め、確認する必要がある。

### ◆モニタリング方法論の適用性

3つの方法論に沿ったモニタリングプランを検討していく必要がある。

### ◆ステークホルダーコメント

有効化審査 (Validation) 前にはステークホルダーミーティングを開く必要がある。

上記指摘事項に対し、現時点で修正可能な箇所については PDD の記載を補足する等の修正をおこなった。

## 6.コベネフィットに関する調査結果

### 6.1.調査結果

#### 6.1.1.評価対象項目

本プロジェクトで環境汚染効果の定量化対象は「埋立廃棄物量削減」「COD 負荷量削減」である。

#### 6.1.2.ベースライン／プロジェクトシナリオ

本プロジェクトは、これまで資源化・有効利用されていなかった下水汚泥の嫌気性発酵及び、最終処分場からのガス回収により得られたメタンを有効利用するものである。

よって、ベースラインシナリオは①グリッド電力消費、②処分場に埋め立てられる都市ごみからのメタン発生、③処分場に埋め立てられる下水汚泥からのメタン発生である。プロジェクトシ

ナリオでは、下水汚泥の嫌気性発酵と、処分場からのガス回収により、得られたメタンを燃料として発電利用することで、「埋立廃棄物量削減」及び「COD 負荷量削減」される。

### 6.1.3.ベースラインの評価方法とモニタリング計画

#### (1)ベースラインの評価方法

ベースラインの評価は原則的に実測データを用いて行う。

### 6.1.4.プロジェクト実施前の試算(定量化)の計算過程と結果

ベースライン及びプロジェクトの処理 COD 量等を試算し、プロジェクト実施による年間廃棄物削減量及び COD 負荷削減量を計算する。

#### (1)埋立廃棄物削減量

嫌気性消化後の汚泥は再度埋立処分されるため、嫌気性消化による汚泥の減量化量が埋立廃棄物削減量となる。

汚泥の TS (蒸発残留物) は分析結果より約 20%であり、『汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 (全国都市清掃会議)』より、嫌気性消化による TS 減量化率=30%であるため、

$$\begin{aligned} \text{埋立廃棄物削減量} &= \text{嫌気性消化の対象とする下水汚泥量} \\ &= 250\text{t/day} \times \text{TS}20\% \times \text{減量化率 } 30\% \\ &= 15\text{t-dry/day} = 4,500\text{t-dry/year} \end{aligned}$$

#### (2)COD 負荷削減量

嫌気性消化により、汚泥中の COD がメタンガスへと分解されるため、消化前の汚泥中の COD 量と、消化後の汚泥に残存する COD 量の差が COD 負荷削減量となる。

汚泥の COD<sub>cr</sub> は分析結果値より約 600mg/kg であり、『汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 (全国都市清掃会議)』より、汚泥の COD<sub>cr</sub> 分解率=35%であるため、

$$\begin{aligned} \text{COD 負荷削減量} &= \text{嫌気性消化の対象とする下水汚泥量} \\ &= 250\text{t/day} \times 300 \text{日} \times 600\text{mg/kg} \times \text{分解率 } 35\% \\ &= 15,750\text{kg-CODcr/年} \end{aligned}$$

## 7.持続可能な開発への貢献に対する調査結果

本プロジェクト実施により、ホスト国の持続可能な開発に対して、以下のような貢献が可能となる。

- ・埋立廃棄物量削減
- ・悪臭発生の回避
- ・バイオマスエネルギー発電による化石燃料でのシェアの低減（化石燃料の使用削減）による大気汚染防止効果など、間接的に発生する大気汚染などの公害も抑制できるという改善効果の可能性
- ・発電設備を設置／維持管理していく上での新たな雇用の発生

- ・ 中国の発展におけるエネルギー不足の解消

中国では国の発展と同時にエネルギー消費も増大している。それに伴う、化石燃料の消費量も増加していることから、今まで有効に利用されていなかった廃棄物や汚泥をエネルギーとして有効活用することは環境面、経済面においても非常に効果的であり、先進国からの技術移転という観点からも、持続可能な開発に貢献が可能である。